19. *Gasdruck bei einigen vulkanischen Ausbrüchen in Japan.*

von Takeo MATUZAWA.

(Vorgelegt 21. Feb. 1933.—Eingegangen 20. März 1933.)

Vulkanische Explosionen können nur durch die adiabatische Ausdehnung vulkanischer Gase erzeugt werden. Die Gase trennen sich vom Magma ab. Dabei handelt es sich allgemein um einen sehr komplizierten Fall der Phasenregel mit mehrfachen Bestandteilen.

Die Temperatur des Magmas in der Nähe von der Erdoberfläche ist allgemein ziemlich genau bekannt. Dagegen ist der Innendruck der Gase, die bei solcher Temperatur mit dem betreffenden Magma im Gleichgewicht stehen, nicht genau bekannt. Dieser Druck spielt natürlich sehr wichtige Rolle in der mechanischen Wirkung bei vielen vulkanischen Erscheinungen, besonders in der Nähe von der Erdoberfläche.

Die Anfangsgeschwindigkeit der Auswürflinge bei vulkanischen Explosionen hängt hauptsächlich von dem Gasdruck ab. Umgekehrt wenn man diese Geschwindigkeit wissen kann, kann man sie unter geeigneten Annahmen berechnen.

Vor dem Moment einer Explosion wird das Bodenteilchen, das den obersten Teil des betreffenden Schlotes verstopft hat, praktisch als locker angesehen, nämlich der elastische Widerstand des Krustenteils kann praktisch vernachlässigt werden. In gewöhnlichen Fällen werden die Vertikalstrecke im Krater, die die Masse zurückgelegt hat bis sie ganz frei vom Gasdruck ist, und die Druckänderung durch die Verschiebung der Masse im Schlot vernachlässigt. Dann lautet eben so wie in der Hydrodynamik der Energiesatz

$$p=\frac{1}{2}\rho v^2,$$

wo p der Druckunterschied zwischen dem Innenraum und dem Aussenraum, ρ die Dichte der Masse und v die Geschwindigkeit des Auswürflings bedeutet.

T. Fukutomi[1] wandte eine andere Formel $p=\rho v^2$ an auf die Schätzung von p, was mir aber ungeeignet scheint.

1) T. FUKUTOMI, *Disin* (Erdbeben), 1 (1929), 852-862.

Am anderen Orte berechnete ich[2] die Anfangsgeschwindigkeit einiger Bomben. Daraus kann man den Druck p schätzen. Die Rechenergebnisse werden wie folgt tabellarisch zugeordnet, abgesehen vom Fall des Asamayama vom 18. Sept. 1929, weil die außerordentliche Extrapolation bei der Schätzung der Endgeschwindigkeit der Bomben zu einiger Vorsicht mahnt.

Tabell I.

h bedeutet die Höhe der Magmasäule, die dem Druck p entspricht.
Bei allen Fällen ist $\rho=2{\cdot}5$ angenommen.

	Ausbruch des Asama vom 22. Okt. 1911	Ausbruch des Asama vom 12. Aug. 1913.	Ausbruch des Sirane vom 23. Okt. 1932	Ausbruch des Bandaisan vom 15. Juli 1888	Ausbruch des Azumasan vom 4. Juni
v m/sek.	135·8	210·8	154	171·5	148·6
p at.	227	548	293	363	272
h m.	938	2270	1210	1500	1125

Zum Vergleich will ich auf die Resultate von F. von Wolff Bezug nehemen, wer auf die Schätzung des Druckes eine ganz andere Tatsache, nämlich die adiabatische Ausdehnung der vulkanischen Gase anwandte.

Tabelle II.

Ausbruch	Gasdruck at.	Ausbruch	Gasdruck at.
Krakatau 1883	425·0	Cotopaxi 1877	134·0
Katmai 1912	195·5	Santorin 1925	123·4
Santa Maria, San Salvador	444·7	Stromboli 1923	1·67
Vesuv 1906.	266·0	Kilauea	3·367
Mt. Pelé 1902	123·0	La Galera. Columbien 1925	444·7
Lassen Peak 1914	69·4		

2) T. MATUZAWA, *dieses Bull.*, 329–346.
3) F. von WOLFF, „Handbuch der Geophys," Berlin Geb. Bornträger (1930), 228–229.

Wir sehen also auch in diesen Rechenergebnissen, daß der maximale Wert des Gasdruckes vor vulkanischen Explosionen ungefähr rund 450 at. ist. Hier liegt die Vermutung nahe, daß dieser Wert des Gasdruckes 450–500 at. der Innendruck der Gase sei, die mit Magma, dessen Temperatur etwa 1200° C ist, in der Nähe von der Erdoberfläche im Gleichgewicht stehen.

Bei den von Dana erwähnten halbvulkanischen Explosionen, die durch den Zutritt größerer Wassermassen zu dem noch heißen Schlot eines schwach tätigen Vulkans ausgelöst werden, soll das Problem etwas anders sein. Der kritische Zustand des Wassers lautet wie folgt;

Die kritische Temperatur = 374° C,
der „ Druck = 217·7 at.,
die „ Dichte = 0·4.

Die Ausbrüche des Sirane, des Bandaisan oder des Azumasan standen wahrscheinlich im Zusammenhang mit diesem kritischen Druck des Wassers. Wenn Wasserdampf im kritischen Zustand erhitzt wird ohne Volumenänderung bis zur Temperatur 1200° C, dann wird der Druck bis 495 at. erhöht, der ungefähr dem oben erwähnten Maximalwert entspricht, was bemerkenswert sei, obgleich die Rolle des Wassers bei Explosionen sehr bestritten ist.

Der Druck 548 at. entspricht einer Magmasäule von 2270 m. (Tabelle I). Die Magmatemperatur ändert sich natürlich mit der Tiefe, und dementsprechend auch der Innendruck der Gase. Aber er bleibt wahrscheinlich in derselben Größenordnung innerhalb mehererer Kilometer unter der Erdoberfläche. Also liegt eine Vermutung nahe, daß die Gase, die mechanisch nach außen durchbrechen können, höchstens innerhalb ca. 2·5 km. unter der Erdoberfläche entstammen können.

---

19. Hunkwa no Toki no Gas no Aturyoku.

Nukigaki.

Kwazandan no Tobidasu Hayasa kara sono Toki no Gas no Aturyoku wo keisan site mita. Ookii Baai de 450–500 Kiatu gurai to naru. Korewa Wolff ga Gas no Dannetu-Bôtyô wo tukatte dasita mono to nite iru. Suizyôki tono Kwankei mo ronzite aru.